

ИНСТИТУТ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ

КАФЕДРА АВТОМАТИКИ

ОДОБРЕНО УМС ТФ НИЯУ МИФИ

Протокол № 6

от 23.12.2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**АНАЛОГО-ЦИФРОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экс./зач./КР/КП
6	3	108	15	0	30		27	0	Э
Итого	3	108	15	0	30	0	27	0	

## **АННОТАЦИЯ**

Курс является одним из базовых специальных предметов при подготовке студентов и служит одной из теоретических основ для изучения ряда специальных дисциплин и дипломного проектирования.

### **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

1.1 Цель дисциплины: получение студентами знаний по схемотехнике, характеристикам, типам и областям применения аналого-цифровых и цифроаналоговых преобразователей. Перечисленные типы преобразователей информации рассматриваются в контексте их применения в современных цифровых АСУ ТП на базе промышленных контроллеров. Поскольку АЦП и ЦАП являются интерфейсом между аналоговой природой окружающего мира и цифровой природой контроллеров, изучение данной дисциплины является значимым и актуальным для современных студентов.

1.2 Основные задачи изучения дисциплины:

- совершенствование в области АЦП;
- освоение методов минимизации погрешностей при проектировании и эксплуатации АСУТП;
- получение практических навыков в решении задач;
- освоить компьютерное моделирование преобразователей информации;
- научиться подключать АЦП к входным аналоговым устройствам, производить согласование сигналов;
- уметь разрабатывать аппаратную реализацию аналогового каскада цифровой системы управления.

### **2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО**

Для изучения учебной дисциплины необходимы знания, умения и готовности, сформированные у обучающихся в результате освоения дисциплин вузовской образовательной программы по электротехнике и электронике, высшей математике, теории автоматического управления, эксплуатации АЭС:

- электротехника и электроника: усилители сигналов, силовые устройства, фильтрация сигналов, энергоснабжение аппаратуры, двигатели переменного и постоянного тока, защитная электротехническая аппаратура, датчики технологических параметров, логические, релейные схемы и программируемая техника;
- высшая математика: дифференциальное и интегральное исчисление; специальные функции, операционное исчисление, теория вероятностей;
- теория автоматического управления: непрерывные, дискретные и цифровые системы управления, математические модели систем управления, статические и динамические характеристики элементов САУ, расчет и настройка регуляторов, методы наладки и монтажа автоматических регуляторов.

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
	наладочный		
монтаж и наладка, эксплуатацию и сервисное обслуживание, ремонт и модернизацию технических средств по производству теплоты	тепловые и атомные электрические станции; системы энергообеспечения промышленных; установки, системы и комплексы высокотемпературной и низкотемпературной теплотехнологии; реакторы и парогенераторы атомных электростанций; паровые турбины, энергоблоки, тепловые насосы; установки водородной энергетики; вспомогательное теплотехническое оборудование; тепло- и массообменные аппараты различного назначения; теплотехническое оборудование промышленных предприятий; установки кондиционирования теплоносителей и рабочих тел; технологические жидкости, газы и пары, расплавы, твердые и	ПК-5.1 [1] - способен участвовать в монтажных и наладочных работах, а также обслуживать основное технологическое оборудование тепловых и атомных станций  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 20.022	З-ПК-5.1[1] - Знать методы проведения монтажно-наладочных работ по вводу в эксплуатацию теплотехнического оборудования; У-ПК-5.1[1] - Уметь проводить испытания и сдачу-приемку теплотехнического оборудования; В-ПК-5.1[1] - Владеть основами эксплуатации теплотехнического оборудования тепловых и атомных станций

	<p>сыпучие тела как теплоносители и рабочие тела энергетических и теплотехнологических установок; нормативно-техническая документация и системы стандартизации; системы диагностики и автоматизированного управления технологическими процессами в теплоэнергетике и теплотехнике.</p>		
<p>монтаж и наладка, эксплуатацию и сервисное обслуживание, ремонт и модернизацию технических средств по производству теплоты</p>	<p>тепловые и атомные электрические станции; системы энергообеспечения промышленных; установки, системы и комплексы высокотемпературной и низкотемпературной теплотехнологии; реакторы и парогенераторы атомных электростанций; паровые турбины, энергоблоки, тепловые насосы; установки водородной энергетики; вспомогательное теплотехническое оборудование; тепло- и массообменные аппараты различного назначения; теплотехнологическое оборудование промышленных предприятий; установки кондиционирования теплоносителей и рабочих тел; технологические жидкости, газы и пары,</p>	<p>ПК-10 [1] - Способен участвовать в типовых плановых испытаниях технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работах</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 20.025</p>	<p>З-ПК-10[1] - Знать: основные этапы плановых испытаний и ремонтов, основные этапы монтажных, наладочных и пусковых работ технологического оборудования; У-ПК-10[1] - Уметь: организовать и выполнять плановые испытания и текущий ремонт оборудования; самостоятельно организовать и выполнять монтаж, наладку и пуск технологического оборудования; В-ПК-10[1] - Владеть: навыками планирования и разработки испытаний и ремонтов, а также монтажа, наладки и пуска технологического оборудования</p>

	<p>расплавы, твердые и сыпучие тела как теплоносители и рабочие тела энергетических и теплотехнологических установок; нормативно-техническая документация и системы стандартизации; системы диагностики и автоматизированного управления технологическими процессами в теплоэнергетике и теплотехнике.</p>		
--	--	--	--

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	<p>Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)</p>	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для:  - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научный семинар" для:  - формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и</p>

		<p>регулярных бесед;  - формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.</p>
<p>Профессиональное воспитание</p>	<p>Создание условий, обеспечивающих, формирование творческого инженерного/профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности (B22)</p>	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР.  2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.</p>

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практи. (семинары )/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>6 Семестр</i>						
1	История развития АЦП и ЦАП	1-5	4/0/8		10	КИ-8	3-ПК-5.1, У-ПК-5.1, В-ПК-5.1
2	Преобразование амплитуды цифровой код в	6-10	4/0/8		20	КИ-15	3-ПК-5.1, У-ПК-5.1, В-ПК-5.1
3	Аналого-импульсные схемы	11-15	7/0/14		20	КИ-15	3-ПК-5.1, У-ПК-5.1, В-ПК-5.1, 3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10
	<i>Итого за 6 Семестр</i>		15/0/30		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 6</b>				50	Э	3-ПК-5.1,

	<b>Семестр</b>						У-ПК-5.1, В-ПК-5.1, 3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10
--	----------------	--	--	--	--	--	---

\* – сокращенное наименование формы контроля

\*\* – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

<b>Обозначение</b>	<b>Полное наименование</b>
КИ	Контроль по итогам
Э	Экзамен

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

<b>Недели</b>	<b>Темы занятий / Содержание</b>	<b>Лек., час.</b>	<b>Пр./сем., час.</b>	<b>Лаб., час.</b>
	<i>6 Семестр</i>	15	0	30
<b>1-5</b>	<b>История развития АЦП и ЦАП</b>	4	0	8
1 - 5	<b>История развития АЦП и ЦАП</b> Основные понятия и определения. Аналоговые и цифровые системы управления. Необходимость применения АЦП и ЦАП в системах управления. История развития АЦП-ЦАП. Основы считывания данных в аналого-цифровых системах.	Всего аудиторных часов		
		4	0	8
		Онлайн		
		0	0	0
<b>6-10</b>	<b>Преобразование амплитуды в цифровой код</b>	4	0	8
6 - 10	<b>Преобразование амплитуды в цифровой код</b> Условия преобразования сигналов. Структурная схема аналогово-го измерительного каскада. Сопряжение АЦП с аналоговыми устройствами. Амплитудно-временные преобразования. Дискретно-импульсные преобразования. Последовательные и параллельные интерфейсы АЦП.	Всего аудиторных часов		
		4	0	8
		Онлайн		
		0	0	0
<b>11-15</b>	<b>Аналого-импульсные схемы</b>	7	0	14
11 - 15	<b>Аналого-импульсные схемы</b> Сравнивающие устройства: аналоговый компаратор, цифровой компаратор, импульсный компаратор. Интеграторы. Счетчики импульсов. Запоминающие устройства. Программируемые аналого-говые схемы. Релаксационные генераторы: мультивибраторы,	Всего аудиторных часов		
		7	0	14
		Онлайн		
		0	0	0

	импульсные генераторы, генераторы двоичных слов. Таймеры: временные таймеры, пространственные таймеры, функциональ-ные таймеры. Обобщающие выводы.			
--	--	--	--	--

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозна чение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

#### ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>6 Семестр</i>
1 - 5	<b>Исследование ЦАП на основе операционного усилителя</b> Исследование ЦАП на основе операционного усилителя
6 - 10	<b>Исследование 8-битного ЦАП в программе Multisim</b> Исследование 8-битного ЦАП в программе Multisim
11 - 12	<b>Выбор параметров АЦП</b> Выбор параметров АЦП
13 - 15	<b>Оцифровка и восстановление аналогового сигнала с помощью интегральных АЦП и ЦАП.</b> Оцифровка и восстановление аналогового сигнала с помощью интегральных АЦП и ЦАП.

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы курса используются различные образовательные технологии – аудиторные занятия проводятся в форме лекций с элементами интерактивности (презентации Microsoft PowerPoint). При проведении лабораторных работ используется следующая структура занятия:

1. Постановка конечной и формулировка промежуточных целей лабораторной работы.
2. Разъяснение теоретических основ выполняемой работы и последовательности операций, выполняемых в программах Multisim и LabVIEW.
3. Выбор и обоснование аппаратных средств для решения поставленных задач и обсуждение алгоритма работы.
4. Практические рекомендации по выполнению лабораторной работы.
5. Обсуждение материала выполняемой работы в форме «вопрос-ответ».
6. Оформление результатов лабораторного исследования.

7. Заключительное слово преподавателя.

Самостоятельная работа студентов подразумевает под собой проработку лекционного материала и рекомендуемой литературы для более глубокого понимания разделов изучаемой дисциплины, подготовку к защите лабораторных работ и выполнение контрольных заданий.

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ПК-10	З-ПК-10	Э, КИ-15
	У-ПК-10	Э, КИ-15
	В-ПК-10	Э, КИ-15
ПК-5.1	З-ПК-5.1	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-5.1	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-5.1	Э, КИ-8, КИ-15

### Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 –	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает
60-64			

			неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
Ниже 60	2 – <i>«неудовлетворительно»</i>	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Оценочные средства приведены в Приложении.

## **8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:**

1. 681.5 Т58 Микроэлектронные измерительные преобразователи : учебное пособие для вузов, Москва: Бинوم. Лаборатория знаний, 2017
2. ЭИ С 14 Цифровые устройства и микропроцессоры : учебное пособие для вузов, Москва: Юрайт, 2022

### **ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:**

1. 681.5 Т58 Схемотехника аналого-цифровых преобразователей : , Москва: Техносфера, 2014
2. 681.5 Б43 Аналого-цифровые и цифроаналоговые преобразователи : лабораторный практикум, В. М. Белопольский, Москва: НИЯУ МИФИ, 2010
3. ЭИ Б43 Аналого-цифровые и цифроаналоговые преобразователи : лабораторный практикум, В. М. Белопольский, В. М. Немчинов, Москва: НИЯУ МИФИ, 2010
4. 681.5 О-55 Цифровые системы автоматизации и управления : , Г. Олссон, Д. Пиани, СПб: Невский диалект, 2001
5. 621.38 О-60 Аналоговая и цифровая электроника: Полный курс : Учебник для вузов, Ю. Ф. Опадчий, О. П. Глудкин, А. И. Гуров, Москва: Горячая линия-Телеком, 2007

### **ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:**

1. Программный пакет Multisim 10 ()
2. Программный пакет LabVIEW ()

### **LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:**

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Компьютерный класс со средствами визуализации информации. ()

## **10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ**

1. Указания для прослушивания лекций.

Перед началом занятий внимательно ознакомьтесь с учебным планом проведения лекций и списком рекомендованной литературы.

Перед посещением очередной лекции освежить в памяти основные концепции пройденного ранее материала. Подготовить при необходимости вопросы преподавателю. Не надо опасаться, что вопросы могут быть простыми.

При изучении лекционного материала обязательно следует сопоставлять его с материалом семинарских и лабораторных занятий.

Для более подробного изучения курса следует работать с рекомендованными литературными источниками и вновь появляющимися источниками.

2. Указания для проведения лабораторных занятий

Соблюдать требования техники безопасности, для чего прослушать необходимые разъяснения о правильности поведения в лаборатории.

Перед выполнением лабораторной работы провести самостоятельно подготовку к работе, изучив основные теоретические положения, знание которых необходимо для осмысленного выполнения работы.

В процессе выполнения работы следует постоянно общаться с преподавателем, не допуская по возможности неправильных действий.

Основные результаты экспериментов были зафиксировать в письменном виде.

При сдаче зачета по работе подготовить отчет о проделанной работе, где должны быть отражены основные результаты и выводы.

## **11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

1. Указания для проведения лекций.

На первой вводной лекции сделать общий обзор содержания курса. Дать перечень рекомендованной литературы и вновь появившихся литературных источников.

Перед изложением текущего лекционного материала напомнить об основных итогах, достигнутых на предыдущих лекциях. С этой целью задать несколько вопросов аудитории и осуществить выборочный контроль знания студентов.

Внимательно относиться к вопросам студентов и при необходимости давать дополнительные более подробные пояснения.

При чтении лекций преимущественное внимание следует уделять качественным вопросам, не следует увлекаться простыми математическими выкладками, оставляя их либо на студентов, либо отсылая студентов к литературным источникам и методическим пособиям.

В процессе лекционного курса необходимо по возможности часто возвращаться к основным понятиям (здесь возможен выборочный контроль знаний студентов).

В середине семестра (ориентировочно после 8-й лекции) обязательно провести контроль знаний студентов по материалам всех прочитанных лекций.

Желательно использовать конспекты лекций, в которых используется принятая преподавателем система обозначений.

Давать рекомендации студентам для подготовки к очередным семинарам и лабораторным занятиям.

На последней лекции уделить время для обзора наиболее важных положений, рассмотренных в курсе.

## 2. Указания для проведения лабораторных занятий

Соблюдать требования техники безопасности и проводить необходимые разъяснения о правильности поведения в лаборатории.

Перед выполнением лабораторной работы проверить степень готовности студентов, напомнить и обсудить основные теоретические положения, знание которых необходимо для осмысленного выполнения работ.

В процессе выполнения работы следует постоянно общаться со студентами, не допуская по возможности их неправильных действий.

Требовать, чтобы основные результаты экспериментов были зафиксированы студентами в письменном виде.

При приеме зачета по работе требовать отчет о проделанной работе, где должны быть отражены основные результаты и выводы.

Автор(ы):

Толоконский Андрей Олегович, к.т.н., доцент